

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

#3
J. Tajima

3/27/01

Q63734

1041

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 3月31日

出願番号
Application Number:

特願2000-099625

出願人
Applicant(s):

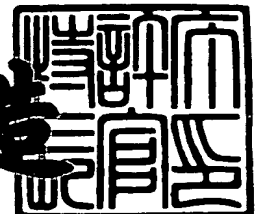
日本電気株式会社



2000年12月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3099770

【書類名】 特許願

【整理番号】 33509705

【提出日】 平成12年 3月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06T 7/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

 【氏名】 田島 譲二

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100065385

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 山下 穰平

 【電話番号】 03-3431-1831

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 010700

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9001713

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 顔照合方法と該照合方法を格納した記録媒体と顔照合装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 人物の顔の 3 次元形状及びその表面の画像を検出し、前記顔の 3 次元形状及びその表面の画像と問合せ顔画像データとを照合し、その人物を同定する顔照合方法において、

前記問合せ顔画像データの撮影条件を推定し、該撮影条件と前記 3 次元形状及びその表面の画像によりグラフィクス手段を利用して照合用顔画像データを生成し、該照合用顔画像データと前記問合せ顔画像データを比較し、前記問合せ顔画像データが、前記照合用顔画像データとの差異が小さい場合には前記照合用顔画像データの人物のものであると同定することを特徴とする顔照合方法。

【請求項 2】 人物の顔の 3 次元形状及びその表面の画像を格納したデータベースを備えて、前記データベースに格納した特定人物の顔の 3 次元形状及びその表面の画像と問合せ顔画像データとを照合し、その人物を同定する顔照合方法において、

前記問合せ顔画像データの撮影条件を推定し、該撮影条件と前記データベースに格納された 3 次元形状及びその表面の画像によりグラフィクス手段を利用して照合用顔画像データを生成し、該照合用顔画像データと前記問合せ顔画像データを比較し、前記問合せ顔画像データが、前記照合用顔画像データとの差異が小さい場合には前記照合用顔画像データの人物のものであると同定することを特徴とする顔照合方法。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載の顔照合方法において、前記撮影条件には前記顔画像の向きと照明方向とがあり、前記 3 次元形状には、形状データとカラー画像データとで特定することを特徴とする顔照合方法。

【請求項 4】 請求項 1 又は 2、3 に記載の顔照合方法において、前記照合用顔画像データと前記問合せ顔画像データを比較する際、両顔画像データの特徴点の位置と、大きさ、明度とをパラメータとして正規化した後に比較することを特徴とする顔照合方法。

【請求項 5】 事物の 3 次元形状及びその表面の画像を検出し、前記事物の

3次元形状及びその表面の画像と問合せ画像データとを照合し、その事物を同定する事物照合方法において、

前記問合せ画像データの撮影条件を推定し、該撮影条件と前記3次元形状及びその表面の画像によりグラフィクス手段を利用して照合用画像データを生成し、該照合用画像データと前記問合せ画像データを比較し、前記問合せ画像データと前記照合用画像データとの差異が小さい場合には前記照合用画像データの事物のものであると同定することを特徴とする事物照合方法。

【請求項6】 多数の事物の3次元形状及びその表面の画像を格納したデータベースを備えて、前記データベースに格納した特定事物の3次元形状及びその表面の画像と問合せ画像データとを照合し、その事物を同定する照合方法において、

前記問合せ画像データの撮影条件を推定し、該撮影条件と前記データベースに格納された3次元形状及びその表面の画像によりグラフィクス手段を利用して当該事物の照合用画像データを生成し、該照合用画像データと前記問合せ画像データとを比較し、前記問合せ画像データと前記照合用画像データとの差異が小さい場合には前記照合用画像データの事物のものであると同定することを特徴とする照合方法。

【請求項7】 人物の顔の3次元形状及びその表面の画像を検出し、前記顔の3次元形状及びその表面の画像と問合せ顔画像データとを照合し、その人物を同定する顔照合装置において、

前記問合せ顔画像データの撮影条件を特定して前記問合せ顔画像を取得する画像入力手段と、該撮影条件と前記3次元形状及びその表面の画像により照合用顔画像データを生成するグラフィクス手段と、該照合用顔画像データと前記問合せ顔画像データを比較して評価する画像照合手段とを備え、前記問合せ顔画像データと前記照合用顔画像データとの差異が小さい場合には前記照合用顔画像データの人物のものであると同定することを特徴とする顔照合装置。

【請求項8】 多数の人物の顔の3次元形状とその表面の画像を格納したデータベースを備えて、前記データベース格納内容と問合せ顔画像データとを照合し、その人物を同定する顔照合装置において、

前記問合せ顔画像データの撮影条件を特定して入力する条件入力手段と、前記顔の 3 次元形状データと表面の画像データとを格納する前記データベースと、前記撮影条件と前記データベースに格納された前記 3 次元形状データと前記表面の画像データとにより照合用顔画像データを作成するグラフィクス手段と、前記問合せ顔画像データを取得する画像入力手段と、前記照合用顔画像データと前記問合せ顔画像データを比較して照合する画像照合手段とを備え、前記問合せ顔画像データが、前記照合用顔画像データとの差異が小さい場合には前記照合用顔画像データの人物のものであると同定することを特徴とする顔照合装置。

【請求項 9】 前記その表面の画像は、カラー画像であることを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の顔照合装置。

【請求項 10】 請求項 7 又は 8, 9 に記載の顔照合装置において、前記条件入力手段に入力する前記撮影条件は前記顔画像の向きと照明方向とであり、前記画像照合手段は、前記照合用顔画像データと前記問合せ顔画像データとをそれぞれ標準顔画像を基準として正規化する正規化手段と、両正規化手段の出力の正規化問合せ画像と正規化照合用カラー画像とを比較する画像比較手段とを備えたことを特徴とする顔照合装置。

【請求項 11】 多数の事物の 3 次元形状とその表面の画像を格納したデータベースを備えて、前記データベース格納内容と問合せ画像データとを照合し、その事物を同定する照合装置において、

前記問合せ画像データの撮影条件を特定して入力する条件入力手段と、前記事物の 3 次元形状データとその表面の画像データとを格納する前記データベースと、前記撮影条件と前記データベースに格納された前記 3 次元形状データと前記その表面の画像データとにより照合用画像データを作成するグラフィクス手段と、前記問合せ画像データを取得する画像入力手段と、前記照合用画像データと前記問合せ画像データを比較して照合する画像照合手段とを備え、前記問合せ画像データが、前記照合用画像データとの差異が小さい場合には前記照合用画像データの事物のものであると同定することを特徴とする照合装置。

【請求項 12】 請求項 11 に記載の照合装置において、前記条件入力手段に入力する前記撮影条件は前記事物の向きと照明方向とであり、前記画像照合手

段は、前記照合用画像データと前記問合せ画像データとをそれぞれ標準事物画像を基準として正規化する正規化手段と、両正規化手段の出力の正規化問合せ画像と正規化照合用画像とを比較する画像比較手段とを備えたことを特徴とする照合装置。

【請求項 1 3】 多数の人物の顔の 3 次元形状とその表面の画像を格納したデータベースを備えて、前記データベース格納内容と問合せ顔画像データとを照合し、その人物を同定する顔照合方法をコンピュータが動作するプログラムとし、該プログラムを前記コンピュータが読み取り可能に格納した記録媒体において

前記問合せ顔画像データの撮影条件を推定し、該撮影条件と前記データベースに格納された 3 次元形状とその表面の画像によりグラフィクス手段を利用して照合用顔画像データを生成し、該照合用顔画像データと前記問合せ顔画像データを比較し、前記問合せ顔画像データが、前記照合用顔画像データとの差異が小さい場合には前記照合用顔画像データの人物のものであると同定する顔照合方法をプログラムとし、前記コンピュータが読み取り可能に格納した記録媒体。

【請求項 1 4】 請求項 1 3 に記載の記録媒体において、前記撮影条件には前記顔画像の向きと照明方向とがあり、前記 3 次元形状には、形状データとカラー画像データとで特定することをも前記プログラムとして前記コンピュータが読み取り可能に格納した記録媒体。

【請求項 1 5】 多数の事物の 3 次元形状とその表面の画像を格納したデータベースを備えて、前記データベース格納内容と問合せ画像データとを照合し、その事物を同定する照合方法をコンピュータが動作するプログラムとし、該プログラムを前記コンピュータが読み取り可能に格納した記録媒体において、

前記問合せ画像データの撮影条件を特定して入力し、前記データベースに格納していた前記事物の 3 次元形状データとその表面の画像データとによりグラフィクス手段によって照合用画像データを作成し、前記問合せ画像データを画像入力手段により取得し、前記照合用画像データと前記問合せ画像データを比較して照合し、前記問合せ画像データが、前記照合用画像データとの差異が小さい場合には前記照合用画像データの事物のものであると同定することを特徴とする照合方

法をコンピュータが動作するプログラムとし、該プログラムを前記コンピュータが読み取り可能に格納した記録媒体。

【請求項 1 6】 事物の 3 次元形状及びその表面の画像を検出し、前記事物の 3 次元形状及びその表面の画像と求める問合せ画像データとを照合し、その事物を同定する照合方法をコンピュータが動作するプログラムとし、該プログラムを前記コンピュータが読み取り可能に格納した記録媒体において、

前記問合せ画像データの撮影条件を推定し、該撮影条件と前記 3 次元形状及びその表面の画像によりグラフィクス手段を利用して照合用画像データを生成し、該照合用画像データと前記問合せ画像データを比較して照合し、前記問合せ顔画像データと前記照合用顔画像データとの差異が小さい場合には前記照合用画像データの事物のものであると同定することを特徴とする照合方法をコンピュータが動作するプログラムとし、該プログラムを前記コンピュータが読み取り可能に格納した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像入力装置から入力された顔画像と、データベース化された顔形状および顔画像データとを照合する顔照合方法及び該顔照合方法をプログラムとして格納した記録媒体に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来、顔画像をデータベース化しておいて、特定の対象顔画像を検索しようとする場合、単純に対象顔画像をディスプレイの側に置いて、ディスプレイ上にデータベースから 1 枚 1 枚繰り替え表示し、見比べて、同一顔画像を検索するという、人手で検索することが行なわれている。

【 0 0 0 3 】

通常、対象となる多人数の顔を複数の向きから撮影し、その人名・性別・年齢等の特徴分類と共にデータベース化しておく。以降、これをデータベース顔画像と呼ぶ。検索・照合の場面では、人名等が不明な問合せ顔画像が得られると、

その性別・年齢等の特徴から対象のデータベースを絞り込み、その写真あるいは画像データを画面に表示したものと問合せ顔画像とを、人が見比べて、同一人物かどうかを人が判断する。その際、問合せ顔画像の特徴点をイメージとして一様把握しておいて、そのイメージに近い顔画像がある場合には、近似データベース顔画像として特定し、極めて近似していれば、問合せ顔画像とデータベース顔画像とを入念に比較して、全く同一顔画像としてはコピーしない限りほとんどあり得ないが、顔画像の予測される動きを加味して、ほぼ一致すると見なすことにより、同一人物の顔画像であると判断することがよく行われている。

【 0 0 0 4 】

近年、これを自動化する試みが行なわれており、上記データベース顔画像と問合せ顔画像とを2次元の画像データとして、比較し、照合し、あるいは検索することが行なわれている。手法としては、問合せ顔画像から顔部分を自動的に背景画像中から切り出し、大きさおよび明るさ・コントラスト等をデータベース顔画像と同等になるように正規化し、画像同士を重ね合わせたり、画像部分を重ね合わせたりすることにより、その一致度を評価し、一致度の高いものを、同一人物のものと判断する。この手法は、データベース顔画像と問合せ顔画像を、ほぼ同等の環境、同等の装置で撮影した場合、また、その撮影の際、被写体の人物がほぼ同じ表情をすることが期待できる場合には、高い精度で実現される。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

上述した手法は、基本的に2次元の画像と2次元の画像の濃淡の一致を評価するものである。しかしながら、人間の顔は本質的に3次元の形状をもっており、人物の表情がほぼ同じであっても、撮影時の顔の向き・照明条件の違いによって撮影された顔画像の輪郭や濃淡は異なっている。むしろ、向き・照明条件が異なる同一人物の画像同士より、向き・照明条件が同じなら、異なる人物の画像同士の方が画像としては一致度が高いことが多い。この問題を回避するためには、データベースは同一人物についてのすべての向き・照明条件の組み合わせについて、条件に応じた画像を持っておくことが考えられるが、データ量が膨大となる。3次元の形状を少ないデータ量で表現し、これと、入念な撮影条件を求められな

い問合せ画像の2次元画像とを照合する、現実鑑みたシステムが求められていた。

【0006】

本発明の目的は、従来の2次元画像同士の比較による照合システムの限界を克服した人物の顔照合システムや事物の照合システムを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するために、人物の顔の3次元形状及びその表面の画像を検出し、前記顔の3次元形状及びその表面の画像と問合せ顔画像データとを照合し、その人物を同定する顔照合方法において、前記問合せ顔画像データの撮影条件を推定し、該撮影条件と前記3次元形状及びその表面の画像によりグラフィクス手段を利用して照合用顔画像データを生成し、該照合用顔画像データと前記問合せ顔画像データを比較し、前記問合せ顔画像データが、前記照合用顔画像データとの差異が小さい場合には前記照合用顔画像データの人物のものであると同定することを特徴とする。

【0008】

また、本発明は、人物の顔の3次元形状及びその表面の画像を格納したデータベースを備えて、前記データベースに格納した特定人物の顔の3次元形状及びその表面の画像と問合せ顔画像データとを照合し、その人物を同定する顔照合方法において、前記問合せ顔画像データの撮影条件を推定し、該撮影条件と前記データベースに格納された3次元形状及びその表面の画像によりグラフィクス手段を利用して照合用顔画像データを生成し、該照合用顔画像データと前記問合せ顔画像データを比較し、前記問合せ顔画像データが、前記照合用顔画像データとの差異が小さい場合には前記照合用顔画像データの人物のものであると同定することを特徴とする。

【0009】

また、本発明は、事物の3次元形状及びその表面の画像を検出し、前記事物の3次元形状及びその表面の画像と問合せ画像データとを照合し、その事物を同定する事物照合方法において、前記問合せ画像データの撮影条件を推定し、該撮影

条件と前記 3 次元形状及びその表面の画像によりグラフィクス手段を利用して照合用画像データを生成し、該照合用画像データと前記問合せ画像データを比較し、前記問合せ画像データと前記照合用画像データとの差異が小さい場合には前記照合用画像データの事物のものであると同定することを特徴とする。

また、本発明は、多数の事物の 3 次元形状及びその表面の画像を格納したデータベースを備えて、前記データベースに格納した特定事物の 3 次元形状及びその表面の画像と問合せ画像データとを照合し、その事物を同定する照合方法において、前記問合せ画像データの撮影条件を推定し、該撮影条件と前記データベースに格納された 3 次元形状及びその表面の画像によりグラフィクス手段を利用して当該事物の照合用画像データを生成し、該照合用画像データと前記問合せ画像データとを比較し、前記問合せ画像データと前記照合用画像データとの差異が小さい場合には前記照合用画像データの事物のものであると同定することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

また、本発明は、人物の顔の 3 次元形状及びその表面の画像を検出し、前記顔の 3 次元形状及びその表面の画像と問合せ顔画像データとを照合し、その人物を同定する顔照合装置において、前記問合せ顔画像データの撮影条件を特定して前記問合せ顔画像を取得する画像入力手段と、該撮影条件と前記 3 次元形状及びその表面の画像により照合用顔画像データを生成するグラフィクス手段と、該照合用顔画像データと前記問合せ顔画像データを比較して評価する画像照合手段とを備え、前記問合せ顔画像データと前記照合用顔画像データとの差異が小さい場合には前記照合用顔画像データの人物のものであると同定することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

また、本発明は、多数の人物の顔の 3 次元形状とその表面の画像を格納したデータベースを備えて、前記データベース格納内容と問合せ顔画像データとを照合し、その人物を同定する顔照合装置において、前記問合せ顔画像データの撮影条件を特定して入力する条件入力手段と、前記顔の 3 次元形状データと表面の画像データとを格納する前記データベースと、前記撮影条件と前記データベースに格納された前記 3 次元形状データと前記表面の画像データとにより照合用顔画像デ

ータを作成するグラフィクス手段と、前記問合せ顔画像データを取得する画像入力手段と、前記照合用顔画像データと前記問合せ顔画像データを比較して照合する画像照合手段とを備え、前記問合せ顔画像データが、前記照合用顔画像データとの差異が小さい場合には前記照合用顔画像データの人物のものであると同定することを特徴とする。

また、本発明は、多数の事物の 3 次元形状とその表面の画像を格納したデータベースを備えて、前記データベース格納内容と問合せ画像データとを照合し、その事物を同定する照合装置において、前記問合せ画像データの撮影条件を特定して入力する条件入力手段と、前記事物の 3 次元形状データとその表面の画像データとを格納する前記データベースと、前記撮影条件と前記データベースに格納された前記 3 次元形状データと前記その表面の画像データとにより照合用画像データを作成するグラフィクス手段と、前記問合せ画像データを取得する画像入力手段と、前記照合用画像データと前記問合せ画像データを比較して照合する画像照合手段とを備え、前記問合せ画像データが、前記照合用画像データとの差異が小さい場合には前記照合用画像データの事物のものであると同定することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

また、本発明は、多数の人物の顔の 3 次元形状とその表面の画像を格納したデータベースを備えて、前記データベース格納内容と問合せ顔画像データとを照合し、その人物を同定する顔照合方法をコンピュータが動作するプログラムとし、該プログラムを前記コンピュータが読み取り可能に格納した記録媒体において、前記問合せ顔画像データの撮影条件を推定し、該撮影条件と前記データベースに格納された 3 次元形状とその表面の画像によりグラフィクス手段を利用して照合用顔画像データを生成し、該照合用顔画像データと前記問合せ顔画像データを比較し、前記問合せ顔画像データが、前記照合用顔画像データとの差異が小さい場合には前記照合用顔画像データの人物のものであると同定する顔照合方法をプログラムとし、前記コンピュータが読み取り可能に格納した記録媒体である。

【 0 0 1 3 】

また、本発明は、多数の事物の 3 次元形状とその表面の画像を格納したデータ

ベースを備えて、前記データベース格納内容と問合せ画像データとを照合し、その事物を同定する照合方法をコンピュータが動作するプログラムとし、該プログラムを前記コンピュータが読み取り可能に格納した記録媒体において、前記問合せ画像データの撮影条件を特定して入力し、前記データベースに格納していた前記事物の 3 次元形状データとその表面の画像データとによりグラフィクス手段によって照合用画像データを作成し、前記問合せ画像データを画像入力手段により取得し、前記照合用画像データと前記問合せ画像データを比較して照合し、前記問合せ画像データが、前記照合用画像データとの差異が小さい場合には前記照合用画像データの事物のものであると同定することを特徴とする照合方法をコンピュータが動作するプログラムとし、該プログラムを前記コンピュータが読み取り可能に格納した記録媒体である。

【 0 0 1 4 】

また、本発明は、事物の 3 次元形状及びその表面の画像を検出し、前記事物の 3 次元形状及びその表面の画像と求める問合せ画像データとを照合し、その事物を同定する照合方法をコンピュータが動作するプログラムとし、該プログラムを前記コンピュータが読み取り可能に格納した記録媒体において、前記問合せ画像データの撮影条件を推定し、該撮影条件と前記 3 次元形状及びその表面の画像によりグラフィクス手段を利用して照合用画像データを生成し、該照合用画像データと前記問合せ画像データを比較して照合し、前記問合せ顔画像データと前記照合用顔画像データとの差異が小さい場合には前記照合用画像データの事物のものであると同定することを特徴とする照合方法をコンピュータが動作するプログラムとし、該プログラムを前記コンピュータが読み取り可能に格納した記録媒体である。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

図 1 を参照して、本発明の顔照合システムの実施形態について説明する。3 次元形状計測手段 1 を用いて、検索対象となる多数の顔 2 の 3 次元形状とカラー画像が取得され、形状データ 3、カラー画像データ 4 として、所定の表現形式に従って、データベース手段 5 に格納される。この場合、カラー画像データ 4 の撮影

は、周囲からあまねく照明を行ない、得られた画像の各画素値は、肌の反射率に近似するように行なう。また、得られたカラー画像から照明の影響を推定し、その影響を取り除くような手法を用いて、反射率の画素値に変換してもよい。このカラー画像データには、赤（R）、緑（G）、青（B）の3原色要素に応じて、あるいは色度、輝度、彩度から示せるカラーのパラメータを用い、撮影した顔のカラー画像データとして顔の左右上下向き毎に、取り込む。また、形状データ3の撮影は、正面、左右側面、バック等から、輪郭形状、髪、眼、鼻、口、眉毛などの形状などを顔の左右上下向き毎に、データベースとして格納しておく。

【 0 0 1 6 】

また、問合せ画像6が画像入力手段7により入力される。画像入力手段7はビデオカメラ等が用いられ、300万画素という高精細度のカメラであってもよいが、それほどの必要はなく、100万画素程度で顔画像の特徴点を把握できればよい。

【 0 0 1 7 】

また、利用者はその画像の撮影条件（顔の向き、照明条件）8を条件入力手段9により入力する。条件入力手段9は、キーボードやマウス、タッチボード等で指定し、顔の向きを示す正面、右、左の3面程度でも、正面、左右90度、左右45度、上側45度、下側45度などの7面の指定キーと、照明条件も同じく正面、左右90度、左右45度、上側45度、下側45度などの7面の指定キー等で指定する。指定方法は画面上で特定ポイントをクリックしても良い。

【 0 0 1 8 】

また、グラフィクス手段10は、データベース手段5に格納されている各人の3次元形状データ3とカラー画像データ4とを用い、前記撮影条件8に従って、コンピュータグラフィクス手法を用いて、2次元の照合用カラー画像11を発生する。その際、問合せ画像6が撮影される条件と一致させることが好ましく、当てずっぽうに撮影条件を決定するのではなく、撮影状態に従った撮影条件を指定しておく。

【 0 0 1 9 】

画像照合手段12は、問合せ画像6と、各人の照合用カラー画像11とを比較

し、一致度を計算し、一致度の高さを比較することで、問合せ画像 6 がどの人物の顔である可能性が高いかどうかを判断する。この一致度の計算は、後述する。

【 0 0 2 0 】

以下に、図面を参照して本実施形態の各部を詳細に説明する。図 2 および図 3 は、顔の 3 次元形状とカラー画像を取得する 3 次元形状計測手段 1 である。3 次元形状計測手段 1 の例としては、1 9 9 9 年 6 月に発行された電子情報通信学会パターン認識とメディア理解研究会の技術報告（PRMU 9 9 - 2 4）に「顔用レンジファインダ」として、石山、坂本等の著作により、詳しく説明されているものについて、構成を簡単に説明する。本技術報告には、3 次元形状モデルをレンジファインダを用いて求め、3 次元形状の測定方法を例示したもので、長い測定時間が必要なレーザー光によるスポット光・スリット光走査法や、高速なパターン投射・撮像装置による空間コード法などから、正弦波格子を利用した位相シフト法を選択したものである。本位相シフト法は、正弦波状の光強度パターンを時系列で位相を変化させながら投射し、観測される時系列光強度パターンの位相値によって空間をコード化している。この位相シフト法は、必要な画像が最低 3 枚でよく、各画素毎の 3 次元形状測定が可能であり、撮影画素と枚数を増やすことで高精細度化が容易で、カラーのテクスチャ画像が同時に測定できるという特徴を有している。

【 0 0 2 1 】

図 2 において、顔 1 0 1 に対して、光パターン投射器 1 0 2 から位相格子 1 0 3 のパターンが投影される。位相格子 1 0 3 は、空間的に図 3 に示す正弦波状の透過率を持っており、この位置を変化させながら、複数枚の画像が入力される。すると顔の上の特定の点では、照射される光の強度は、図 3 に示すように時間的に変化する。この情景をビデオカメラ 1 0 4 で撮影すると、t 枚目の画像上の画素（u, v）では、反射された光の強度が式（1）のように得られる。

【 0 0 2 2 】

$$I(u, v, t) = I_{\text{bias}}(u, v) + A(u, v) \cos(\phi + t) \quad \dots\dots (1)$$

ここで、 $I_{\text{bias}}(u, v)$ は、環境光および投射光パターンの直流成分の反射光、 $A(u, v)$ は、投射光パターンの強度を示す。

【 0 0 2 3 】

また、 ϕ は、投影された正弦波パターンのその位置での最初の画像での初期位相値を示す。図 3 によれば、この初期位相値 ϕ は約 1 2 0 度として示している。また、各画素における初期位相値 ϕ は、下記式 (2) ~ 式 (5) によって、入力された複数枚の画像から、画像処理手段 1 0 5 により計算される。

【 0 0 2 4 】

【数 1】

$$I = I_{bias} + A(\cos \phi \cos t - \sin \phi \sin t) \quad \dots\dots (2)$$

【 0 0 2 5 】

【数 2】

$$\int_0^{2\pi} I \cos t dt = A \cos \phi \int_0^{2\pi} \cos^2 t dt = C \cos \phi \quad \dots\dots (3)$$

【 0 0 2 6 】

【数 3】

$$\int_0^{2\pi} I \sin t dt = -A \sin \phi \int_0^{2\pi} \sin^2 t dt = -C \sin \phi \quad \dots\dots (4)$$

【 0 0 2 7 】

【数 4】

$$\phi(u, v) = \tan^{-1} \frac{-\int_0^{2\pi} I \sin t dt}{\int_0^{2\pi} I \cos t dt} \quad \dots\dots (5)$$

この初期位相値 ϕ は、図 2 に示す投射角 α と密接に関係しているので、各画素における ϕ が求められると、投射角 α が定まる。また、ビデオカメラ 1 0 4 への入射角 β は画素の位置 (u, v) から求められる。正弦波パターンの投射位置と、カメラの位置関係が定まっており、その 2 点と投射角 α およびビデオカメラ 1 0 4 への入射角 β が求まるため、三角形が一意に定まり、各画素におけるビデオカメラ 1 0 4 から対象までの距離が求まる。結局、適当な位置に原点を置くことによって、顔の表面の 3 次元座標 (X, Y, Z) が、各画素毎に求まる。得られた 3 次元座

標を隣接のものと結合することにより、3 角形パッチを構成することなどにより、公知の技術で顔表面の形状データ 3 を作成する。

【 0 0 2 8 】

また、対象の顔のカラー画像データ 4 はであり、複数枚の画像から式 (6) により求められる。

【 0 0 2 9 】

【数 5】

$$I_{bias}(u, v) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} I(u, v, t) dt \quad \dots\dots (6)$$

以上のことが、上記技術報告に記載されており、本発明においても、同様の処理によって、3 次元形状取得手段 1 において、上述した演算処理により、顔画像の形状データ 3 とカラー画像データ 4 とを確保している。

【 0 0 3 0 】

図 4 を用いて、条件入力手段 9 と、グラフィクス手段 1 0 との処理例について説明する。表示モニタ A 1 3 は、問合せ画像を表示するモニタであり、図 1 に示す顔照合システムに条件入力手段 9 や本システムの状態表示のために備えられている。

【 0 0 3 1 】

図 4 において、問合せ画像 6 は、通常、顔の姿勢あるいはカメラや照明の位置を規定できないので、データベース手段 5 に格納されているカラー画像データのように、全方向からの照明で撮影されているわけではない。そのため、この画像をデータベース手段 5 に格納されているデータとそのまま照合することはできない。照合を実現するため、問合せ画像が撮影された撮影条件 8 を条件入力手段 9 によりグラフィクス手段 1 0 に入力し、格納されている形状データ 3 と、カラー画像データ 4 と、から照合用カラー画像 1 1 を発生する。

【 0 0 3 2 】

撮影条件 8 は、基本的には顔の姿勢と照明の方向である。まず、顔の姿勢を決定する。本実施形態では、顔の姿勢は、問合せ画像 6 を表示した表示モニタ A 1

3 と、標準姿勢画像を表示した表示モニタ B 1 4 を利用者が比較し、選択することで決定する。図 4 に、表示モニタ B 1 4 上に、顔画像の‘正面’、‘右向き’、‘左向き’、‘下向き’、‘上向き’の 5 種類の画像を表示した例を模式的に示す。利用者は、問合せ画像 6 と、この標準姿勢画像を見比べながら、最も近い姿勢をキー入力により選択する。図 4 の例では、5 種類の姿勢から、‘左向き’を選ぶように説明しているが、照合精度を高めるためには、数十種類の姿勢の画像と比較し、できるだけ精度の高い姿勢を選択するのが望ましい。また、撮影条件 8 は、問合せ画像 6 の撮影条件を特定できない場合には、平均的な撮影条件を推定して、指定することもできる。

【 0 0 3 3 】

また、データベース手段 5 に形状データ 3 とカラー画像データ 4 を格納する際、‘瞳位置’、‘口の中心’などの特徴点を人手で与え、この位置を合わせてデータベース手段 5 に格納しておく。同様に、問合せ画像 6 についても、上記特徴点を人手で与え、その両者の特徴点の位置を比較することで、姿勢を決定することも可能である。

【 0 0 3 4 】

次に、照明の方向を決定する。この場合にも、上記で決定された顔の姿勢に対して標準照明画像を表示モニタ B 1 4 上に表示し、これを問合せ画像 6 と、利用者が比較して決定する。図 5 の例では、正面向きの姿勢の顔について、‘正面から’、‘右向き’、‘左向き’、‘下向き’、‘上向き’の 5 種類の向きの照明をした標準照明画像を表示している。利用者は、問合せ画像 6 とこの標準照明画像を見比べながら、最も近い照明をキー入力により選択する。図 5 の例では、5 種類の姿勢から選ぶように説明しているが、照合精度を高めるためには、数十種類の標準照明画像と比較し、できるだけ精度を高く照明方向を選択するのが望ましい。なお、画像から照明の向きを自動的に推定する手法も知られており、これを応用することも可能である。

【 0 0 3 5 】

また、上記 5 種類の姿勢で照明方向は 1 方向の例を示しているが、1 方向に限らず、2 方向或いは 3 方向からの照明もあり得るので、その場合のために、複数

方向からの照明の場合の撮影条件の選択を表示モニタの表示で促して、キー入力して選択するようにしてもよい。また、照明方向を選択して指定したとしても、照明の照度にも強弱の差を設けて、例えば照明強度が大、中、小のいずれかを選択して指定してもよい。

【 0 0 3 6 】

以上の結果として、顔の姿勢と照明の向きが決定される。この撮像条件 6 とデータベース手段 5 に格納されている形状データ 3 とカラー画像データ 4 を利用して、グラフィクス手段 1 0 により照合用カラー画像 1 1 が生成される。この照合用カラー画像 1 1 の生成の手法は、公知の手法を利用することができる。例えば、形状データ 3 は、顔の表面形状を、図 6 に示すように、例えば目と鼻の周辺の特徴部分だけを、細かい三角形パッチ 6 1 の集合で表現している。上記の処理で得られた顔の姿勢により、顔表面全体のカメラに対する向きを変更する。この向きを変更された三角形パッチ 6 1 の情報から、この面の法線方向ベクトル n が得られる。また、図 6 の三角形パッチの一つを例として示せば、鼻の側面を三角形の頂点 $A B C$ で囲まれた唯一の平面として対象領域とすると、上記の処理で得られた照明方向により、この三角形パッチ 6 1 に対する入射ベクトル s が得られる。カメラの向きが射出ベクトル v として与えられたとき、よく知られた $P h o n g$ の反射モデルを用いると、この三角形パッチ 6 1 の色としてカメラに入射する値 $(R, G, B)^t$ は、式 (7) のように表される。

【 0 0 3 7 】

【数 6】

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_o \\ G_o \\ B_o \end{bmatrix} \{ (1-d) \cos \theta + d \} + \begin{bmatrix} R_w \\ G_w \\ B_w \end{bmatrix} \cos^m \varphi \quad \cdots \cdots (7)$$

ここで、 $(R_o, G_o, B_o)^t$ は、行列 (R_o, G_o, B_o) の縦行列である転置を表し、物体表面の拡散反射成分の色を示す値であり、データベース手段 5 に格納されているカラー画像データ 4 を利用できる。

【0038】

また、 $(R_w, G_w, B_w)^t$ は、物体表面の鏡面反射成分の色を示す値、 θ は法線方向ベクトル n と入射ベクトル s がなす角度、 ϕ は鏡面反射方向 p と、射出ベクトル v がなす角度である。また、 d は表面の性質で決まる拡散反射成分の光源による部分と、環境光による部分の比率を示す定数である。

【0039】

さて、最終的な問合せ画像6と、照合用カラー画像11との照合が、画像照合手段12で実行される。画像照合手段12としては、従来知られている2次元顔画像同士の照合方法を用いることで、多様な実現形態をとることができる。図7には、その典型的な実施形態を示した。問合せ画像6と照合用カラー画像11のそれぞれに位置・大きさ・明度正規化手段121および122を作用させ、それぞれの顔画像を正規化する。顔画像の正規化については、図8に示すように、例えば問合せ顔画像6について、画像内の両方の瞳位置111と112を検出し、その位置が標準顔画像113内の標準瞳位置114、115に来るように画像の平行移動、回転、拡大・縮小を行なう。画像における瞳位置の検出は、利用者が表示手段を観察しながら予め行なってもよいが、自動的な画像処理手法も利用可能である。このように、標準顔画像113を基準として、瞳位置を合わせて、瞳幅、鼻幅、鼻位置、口幅、口位置、上唇幅、下唇幅、耳幅、耳位置、耳縦幅などのズレ分を求めて、正規化する。この正規化手法については、例えば「画像の認識・理解シンポジウム(MIRU'98)」II-397-403ページに記述された「新聞紙面向け顔画像処理」坂本、田島等の著作物に記載された手法が利用可能である。

【0040】

また、標準顔画像113としては、問合せ顔画像6または照合用カラー画像11のどちらかを使用してもよい。

【0041】

また、明度については、図8に示した上記の目の位置を基準とした比較領域116を定め、問合せ画像6と照合用カラー画像11の両者のこの比較領域116中の画素値 R, G, B の分布を計算する。例えば、問合せ画像6の比較領域11

6 内の R 値の分布の平均値 R_a と標準偏差 σ_r を求める。そして、予め定められた、顔の比較領域 1 1 6 内の標準の R 値の平均値 R_{a0} と標準偏差 σ_{r0} に合わせるように、各画素値を式 (8) により、 R' に変換する。G, B 値についても同様である。

【 0 0 4 2 】

【数 7】

$$R' = (R - R_a) \frac{\sigma_{r0}}{\sigma_r} + R_{a0} \quad \dots\dots (8)$$

このようにして得られた、正規化問合せ画像 1 2 3、正規化照合用カラー画像 1 2 4 を画像比較手段 1 2 5 で比較し、差異を例えば、式 (9) のように計算し、この差異 D_i^2 が最小となる i 番目の人物を問合せ画像 6 と一致する人物と推定して出力する。

【 0 0 4 3 】

【数 8】

$$D_i^2 = \sum_{x,y} \{(R'(x,y) - R'_i(x,y))^2 + (G'(x,y) - G'_i(x,y))^2 + (B'(x,y) - B'_i(x,y))^2\} \quad \dots\dots (9)$$

式 (9) において、 $R'(x,y), G'(x,y), B'(x,y)$ は、正規化問合せ画像 1 2 3 の画素値、 $R'_i(x,y), G'_i(x,y), B'_i(x,y)$ は、正規化照合用カラー画像 1 2 4 の画素値である。

【 0 0 4 4 】

この差異 D_i^2 が最小であることは、類似度が最も大きいこととも言え、類似度は差異 D_i^2 の逆数に比例する。このようにして、問合せ画像とデータベース中の 3 次元形状とカラー画像データとからのグラフィック処理した照合用カラー画像との類似度を求めることができる。

【 0 0 4 5 】

なお、上記の実施形態に示したカラー画像は、モノクロの濃淡画像でも同様に実現できる。

【 0 0 4 6 】

以上から、画像照合手段 1 2 によって、一致した場合にはデータベース化された大量の顔形状・画像データの照合用カラー画像 1 1 と問合せ顔画像 6 とが、同一人物と判定することができる。

【 0 0 4 7 】

また、上記実施形態では、主に顔画像について説明したが、顔画像以外にも、特徴のある建築物や名所旧跡、山、川、海の自然物や、動物、植物などの事物であっても、照合という点では共通に、本発明を適用できる。

【 0 0 4 8 】

また、当該顔照合方法を、コンピュータが読み取り可能な記録媒体から、プログラムとして読み出せばそのプログラムに従ってコンピュータが動作するので、当該プログラムを拡販することも可能であると共に、インターネットやイーメール形式の伝送媒体を通して伝送することも可能である。また、プログラムの対象は、照合方法に限らず、データベースをも含めた記録媒体であってもよく、多数の顔画像の 3 次元形状とその表面の画像とを、その記録媒体に積算していけば、極めて有効な顔照合が可能となる。

【 0 0 4 9 】

【発明の効果】

以上に説明した本発明により、データベース化された顔形状・画像データから、問合せ顔画像を高精度に検索・照合するシステムを構成することを可能とする。

【 0 0 5 0 】

また、上記の構成は、コンピュータ・システムを利用したコンピュータプログラムとしても実現することが可能である。このコンピュータプログラムをパッケージソフト等の記録媒体に格納して、パソコン、スパコン等にデータベースと共にインストールすることにより、上記の効果と同様な効果を備えた顔照合装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態である顔画像照合システムの構成を示すブロック図である。

【図 2】

本発明に用いる 3 次元形状取得手段の説明図である。

【図 3】

本発明に用いる 3 次元形状取得手段により、ビデオカメラの各画素に得られる画素値の説明図である。

【図 4】

本発明の条件入力手段により問合せ画像の顔の姿勢を決定する方法の説明図である。

【図 5】

本発明の条件入力手段により問合せ画像の照明の向きを決定する方法の説明図である。

【図 6】

本発明によるグラフィクス手段により照合用カラー画像を生成するための P h o n g のモデルの説明図である。

【図 7】

本発明による画像照合手段の典型的な構成を示すブロック図である。

【図 8】

本発明による画像照合手段における画像の照合方法の説明図である。

【符号の説明】

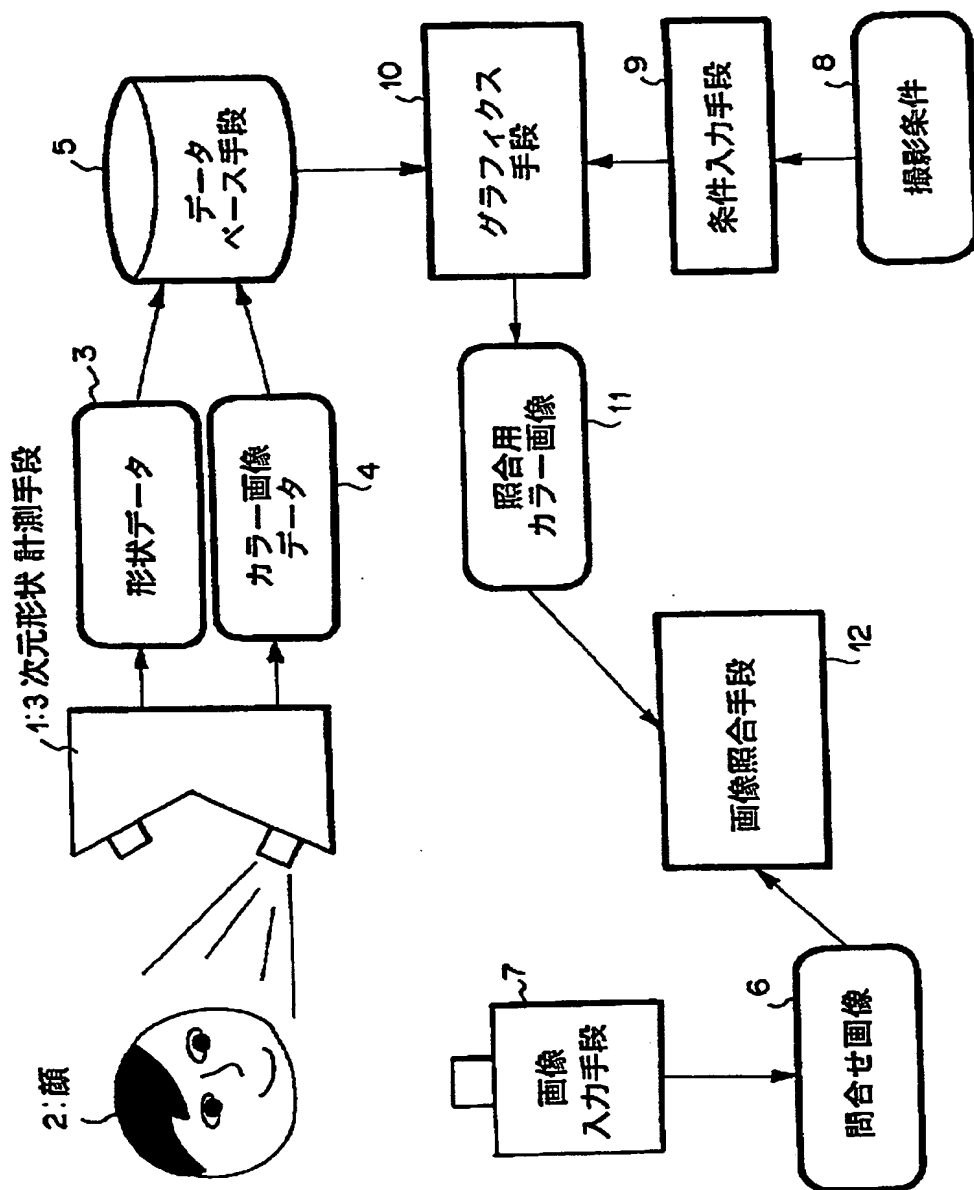
- 1 3 次元形状計測手段
- 2 顔
- 3 形状データ
- 4 カラー画像データ
- 5 データベース手段
- 6 問合せ画像
- 7 画像入力手段
- 8 撮影条件
- 9 条件入力手段
- 1 0 グラフィクス手段

1 1 照合用カラー画像

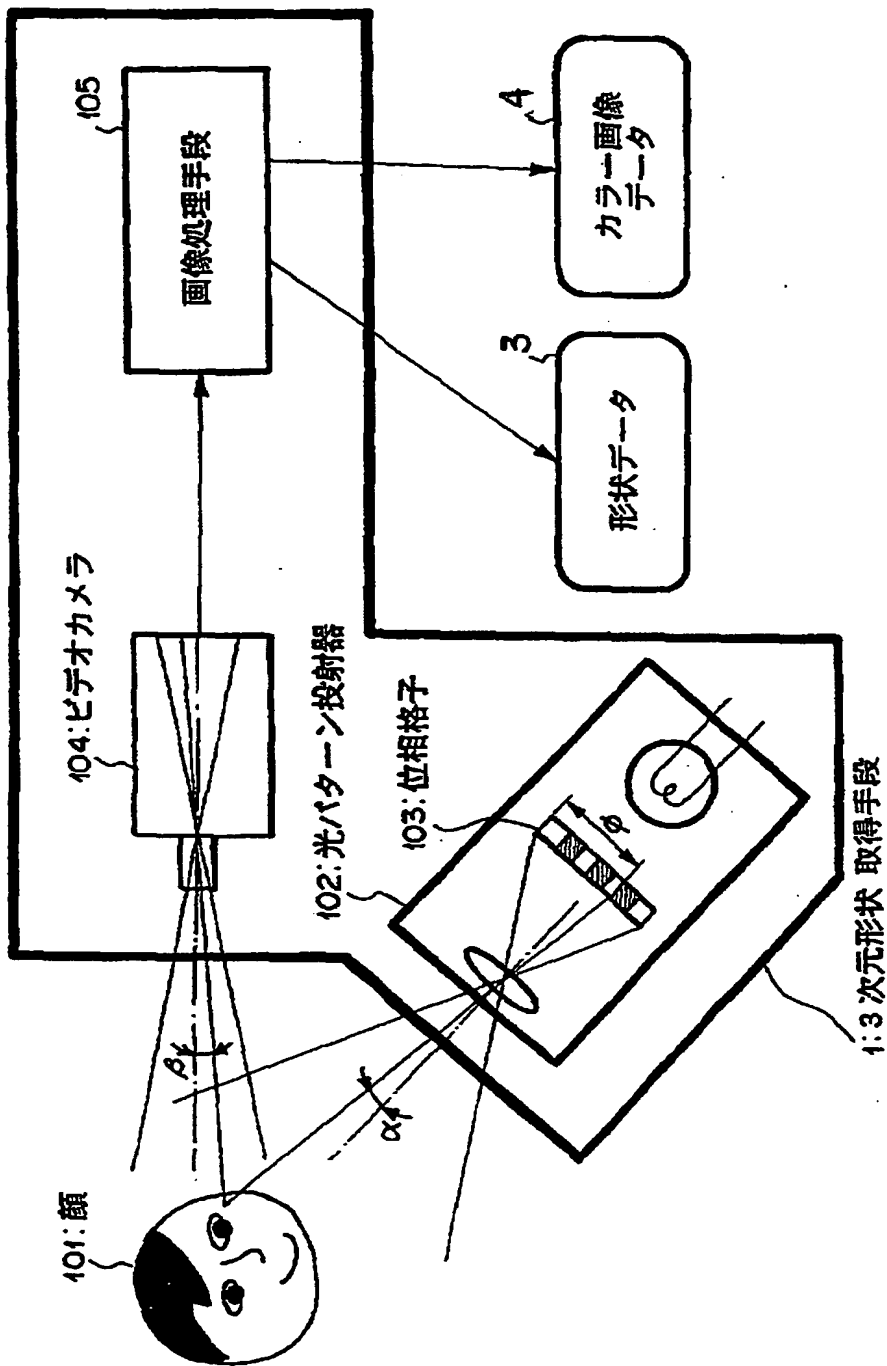
1 2 画像照合手段

【書類名】 図面

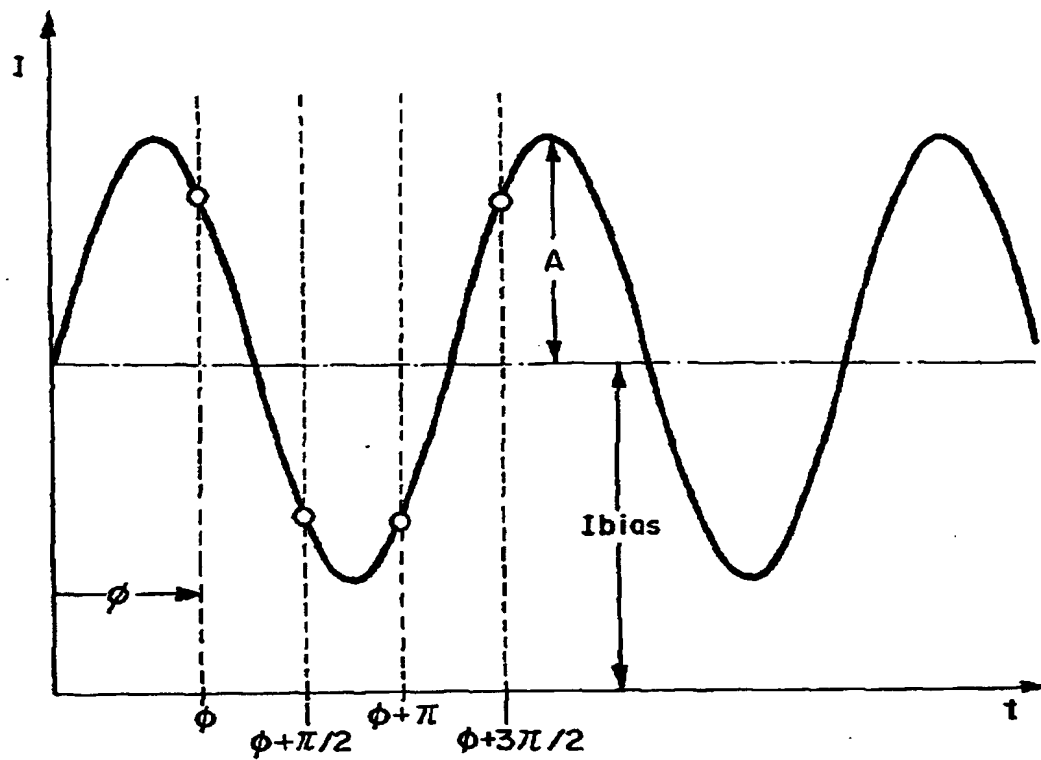
【図 1】



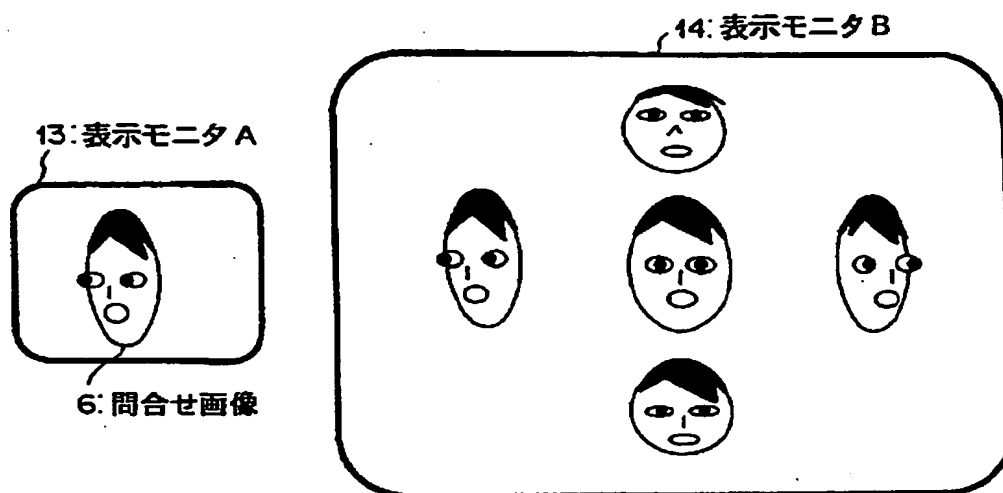
【図 2】



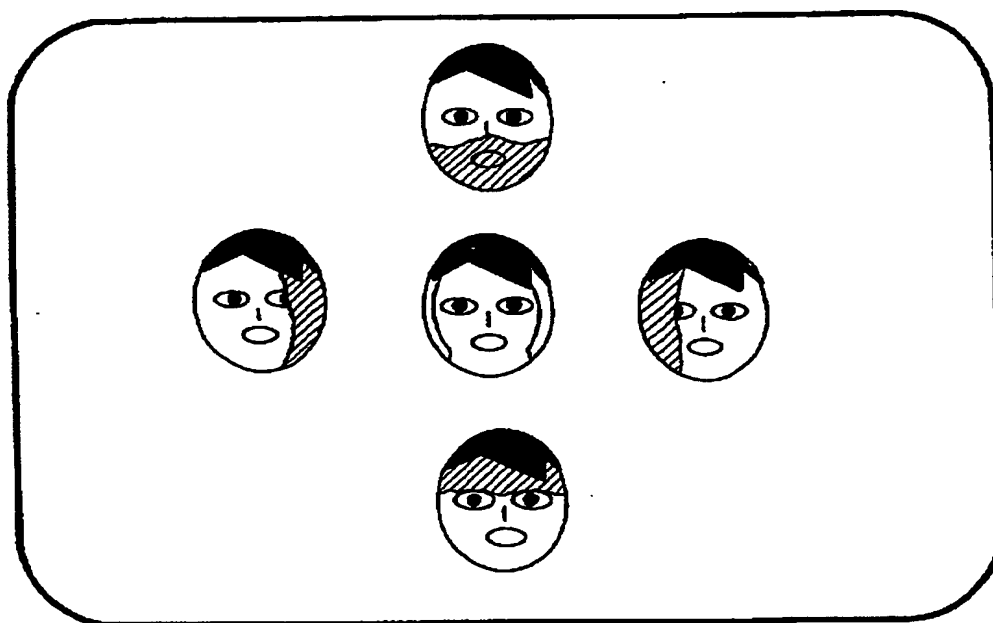
【図 3】



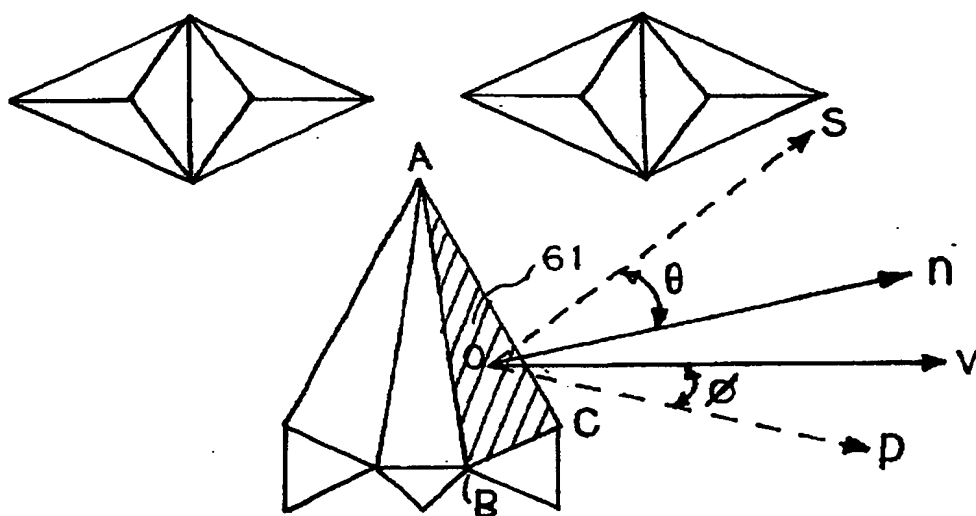
【図 4】



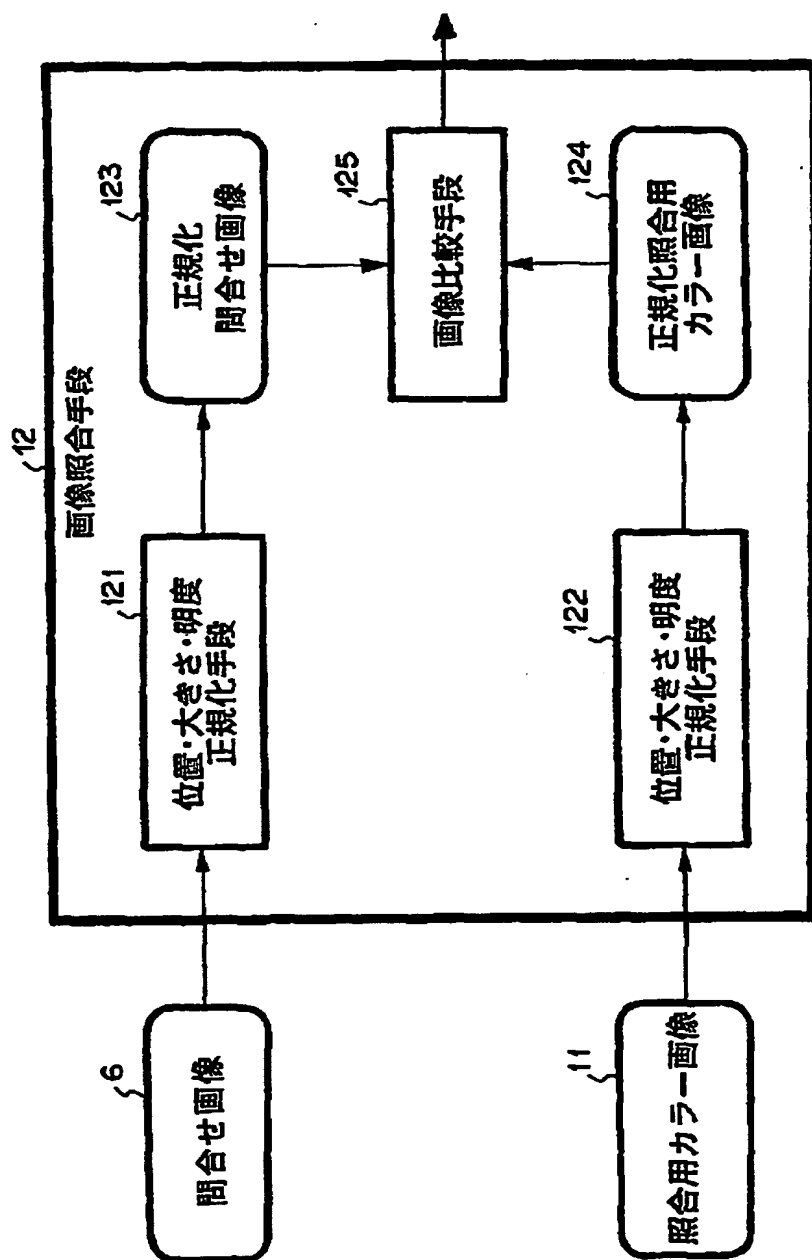
【図5】



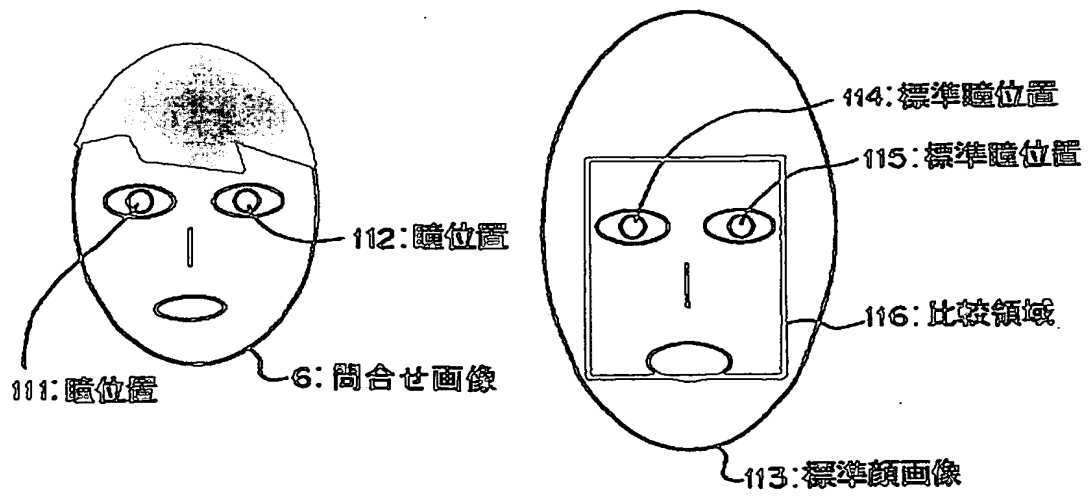
【図6】



【図 7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、ビデオカメラ等で撮影された問合せ顔画像をデータベース化された顔画像データと照合することを課題とする。

【解決手段】 データベース化されるデータを、顔表面の3次元形状データとカラー画像データとし、問合せ顔画像の撮影条件（姿勢、照明の向き）を与えることにより、データベース中の各人の顔の撮影条件に合わせたカラー画像を生成し、問合せ画像と比較することにより、照合を行なう。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名 日本電気株式会社